

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
8 janvier 2004 (08.01.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/003964 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **H01J 61/56**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/002002

(22) Date de dépôt international : 27 juin 2003 (27.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/08149 28 juin 2002 (28.06.2002) FR

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCI-
ENTIFIQUE (C.N.R.S.) [FR/FR]; 3, rue Michel Ange,

F-75016 Paris (FR). UNIVERSITE D'ORLEANS
[FR/FR]; Avenue du Château de la Source, B.P. 6749,
F-45067 Orléans Cedex 02 (FR).

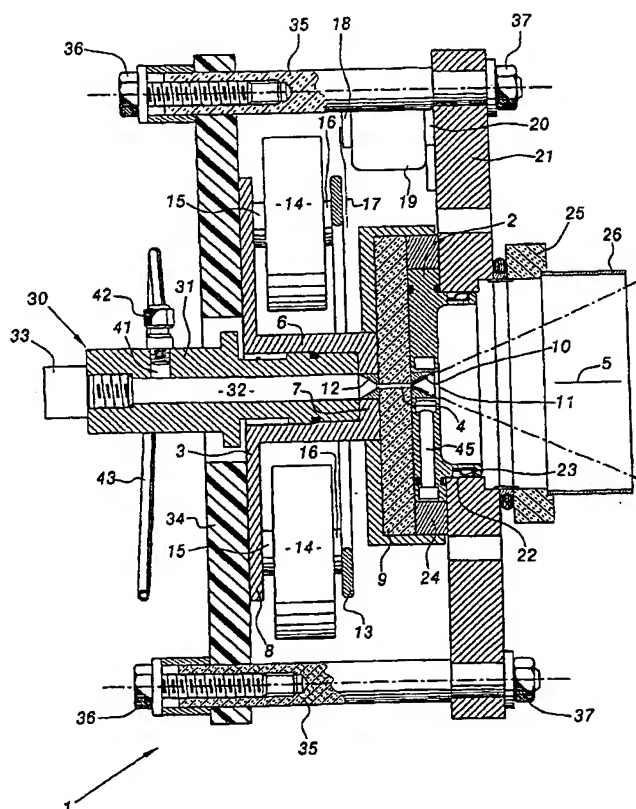
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : CA-
CHONCINLE, Christophe [FR/FR]; 8A, rue de Lahire,
F-45000 Orléans (FR). DUSSART, Rémi [FR/FR]; 175b,
route de Saint-Mesmin, F-45750 St-Pryve-Saint Mesmin
(FR). FLEURIER, Claude [FR/FR]; 4, lotissement de
la Tuilerie, F-45240 Marcilly en Vilette (FR). POU-
VESLE, Jean-Michel [FR/FR]; 15, rue des Mauvignons,
F-45750 Saint-Pryve-Saint-Mesmin (FR). ROBERT, Eric
[FR/FR]; 125, rue Guy de Maupassant, F-45100 Orléans
(FR). VILADROSA, Raymond [FR/FR]; 29, rue de
Chaudy, F-45150 Darvoy (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DISCHARGE RADIATION SOURCE, IN PARTICULAR UV RADIATION

(54) Titre : SOURCE DE RAYONNEMENT, NOTAMMENT ULTRAVIOLET, A DECHARGES



(57) Abstract: The invention concerns a radiation source, comprising an anode (2), a cathode (3), an electric discharge gap (4) between the anode (2) and the cathode (3) and a gas input conduit (30) in the discharge gap (4). The gas input conduit (30) is electrically connected to the anode and the cathode. The invention is characterized in that the gas input conduit (30) is supplied with gas by a gas supply conduit (32), designed to form between its portion (42) connected to the gas input conduit (30) and another of its portions connected to a fixed potential, an electric impedance such that it counters the generation of electric discharges inside the gas input conduit (30).

(57) Abrégé : L'invention concerne une source de rayonnement, comportant une anode (2), une cathode (3), un espace (4) de décharge électrique entre l'anode (2) et la cathode (3) et un conduit (30) d'introduction de gaz dans l'espace (4) de décharge. Le conduit (30) d'introduction de gaz est relié électriquement à l'anode ou à la cathode. L'invention est caractérisée en ce que le conduit (30) d'introduction de gaz est alimenté en gaz par un conduit (43) d'amenée de gaz, agencé pour former entre sa partie (42) reliée au conduit (30) d'introduction de gaz et une autre de ses parties, reliée à un potentiel fixe, une impédance électrique telle qu'elle fait obstacle à la création de décharges électriques à l'intérieur du conduit (30) d'introduction de gaz.



(74) Mandataires : **HABASQUE, Etienne** etc.; Cabinet Lavoix, 2, Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet

eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Source de rayonnement, notamment ultraviolet, à décharges

L'invention concerne une source de rayonnement, et notamment une source de rayonnement dans le domaine spectral ultraviolet ou ultraviolet extrême.

Un domaine d'application de l'invention concerne la production de rayonnement ultraviolet utilisé dans la fabrication par lithographie de circuits
5 intégrés.

L'augmentation de la densité d'intégration des circuits intégrés implique nécessairement une diminution des dimensions de leurs parties constitutives.

Ainsi, on souhaite réaliser des circuits ayant des parties constitutives de dimensions inférieures à 70 nanomètres en utilisant des sources de rayonnement
10 ultraviolet, d'où la nécessité de diminuer à des valeurs inférieures la longueur d'onde du rayonnement ultraviolet produit par celles-ci, par exemple à 13,5 nanomètres.

Il existe plusieurs types de sources pouvant émettre dans le domaine extrême ultraviolet : des sources synchrotrons, des sources de rayonnement
15 produites par laser et des sources produites par décharges électriques.

Le document "Spectroscopic and energetic investigation of capillary discharges devoted to EUV production for new lithography generation" de Eric Robert, Branimir Blagojevic, Rémi Dussart, Smruti R. Mohanty, Moulay M. Idrissy, Dunpin Hong, Raymond Viladrosa, Jean-Michel Pouvesle, Claude Fleurier et
20 Christophe Cachoncinlle, « Emerging Lithographic Technologies V, Proceedings of SPIE » Vol. 4343 (2001) décrit une source de rayonnement dans le domaine extrême ultraviolet, par décharges électriques.

La décharge se produit entre une anode et une cathode dans un espace rempli de gaz. La décharge excite les molécules de gaz qui émettent un
25 rayonnement pour se désexciter.

L'un des inconvénients des sources de rayonnement à décharge est leur faible quantité d'énergie rayonnée.

L'invention vise à obtenir une source de rayonnement par décharge permettant d'augmenter la quantité d'énergie rayonnée.

30 A cet effet, l'invention a pour objet une source de rayonnement, comportant :

- une anode,
- une cathode,

- un espace de décharge électrique entre l'anode et la cathode,
- un conduit d'introduction de gaz dans l'espace de décharge, le conduit d'introduction de gaz étant relié électriquement à l'anode ou à la cathode,
- des moyens pour créer dans le gaz présent dans l'espace de décharge une décharge électrique provoquant l'émission du rayonnement vers l'extérieur,

caractérisée en ce que le conduit d'introduction de gaz est alimenté en gaz par un conduit d'amenée de gaz, agencé pour former entre sa partie reliée au conduit d'introduction de gaz et une autre de ses parties, reliée à un potentiel fixe, une impédance électrique telle qu'elle fait obstacle à la création de décharges électriques à l'intérieur du conduit d'introduction de gaz.

Les inventeurs ont découvert que dans les sources connues la liaison du conduit d'introduction du gaz dans l'espace de décharge à la cathode était la cause de l'apparition d'un grand nombre de décharges dans le gaz situé dans le conduit d'introduction et non dans l'espace de décharge, diminuant ainsi d'autant plus la quantité d'énergie rayonnée.

Grâce à l'invention, le nombre de décharges électriques parasites dans le gaz se trouvant dans le conduit d'introduction est diminué voire éliminé, ce qui augmente le nombre de décharges ayant lieu dans l'espace de décharge et par conséquent la quantité d'énergie rayonnée.

Suivant d'autres caractéristiques de l'invention,

- le potentiel fixe et l'anode sont à la masse et le conduit d'introduction de gaz est relié électriquement à la cathode ;
- la source comporte en outre un système de refroidissement de l'anode ;
- le système de refroidissement est à circulation de fluide de refroidissement dans ou sur l'anode ;
- le fluide de refroidissement comprend de l'eau ;
- ou le fluide de refroidissement comprend de l'air ;
- ou le fluide de refroidissement comprend de l'huile ;
- l'impédance électrique formée par le conduit d'amenée de gaz comprend une inductance électrique ;

- entre sa partie reliée au potentiel fixe et sa partie reliée au conduit d'introduction de gaz, le conduit d'amenée de gaz comprend un matériau conducteur de l'électricité et est enroulé pour former ladite inductance ;
- le conduit d'amenée de gaz est enroulé contre et à distance d'une
- 5 pièce électriquement isolante d'assemblage de la source ;
- les moyens de création de décharge dans l'espace de décharge comportent au moins un condensateur de stockage de charge relié électriquement par une première borne à la cathode et par une deuxième borne à
- 10 une première borne d'au moins un condensateur de commutation relié électriquement par sa deuxième borne à l'anode, des moyens de commutation électrique étant prévus entre les première et deuxième bornes du au moins un condensateur de commutation et une source de tension de charge étant prévue entre les première et deuxième bornes du au moins un condensateur de
- 15 commutation ;
- les moyens de commutation comprennent un interrupteur piloté en mode mono-coup ;
- ou les moyens de commutation comportent un interrupteur piloté en mode pulsé à une fréquence de répétition inférieure ou égale à 10 kHz ;
- la source de tension de charge et les moyens de commutation
- 20 sont tels que le au moins un condensateur de stockage de charge est chargé par la source de tension de charge peu avant la commutation des moyens de commutation ;
- une pluralité de condensateurs de stockage de charge sont prévus, la cathode comporte une partie annulaire connectée à une partie centrale
- 25 reliée à l'espace de décharge, et les condensateurs de stockage de charge sont répartis autour de la partie centrale en étant reliés par leur première borne à la partie annulaire et par leur deuxième borne à un anneau conducteur connecté électriquement à la première borne du au moins un condensateur de
- 30 commutation ;
- l'anode comporte un trou tronconique de passage du rayonnement émis dans l'espace de décharge, le trou étant raccordé par sa petite base à l'espace de décharge et par sa grande base vers l'extérieur pour le passage vers l'extérieur du rayonnement émis dans l'espace de décharge ;

- ou l'anode comporte un trou central cylindrique de passage du rayonnement émis dans l'espace de décharge, le trou étant raccordé à l'espace de décharge pour le passage vers l'extérieur du rayonnement émis dans l'espace de décharge ;

5 - la cathode comporte un trou central tronconique de passage de gaz, dont la petite base est raccordée à l'espace de décharge et dont la grande base est raccordée au conduit d'introduction de gaz ;

 - ou la cathode comporte un trou central cylindrique de passage de gaz, raccordé d'une part à l'espace de décharge et d'autre part au conduit
10 d'introduction de gaz.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

 - la figure 1 représente schématiquement en coupe axiale une source de
15 rayonnement suivant l'invention ;

 - la figure 2 représente schématiquement la source suivant la figure 1 vue de l'arrière; et

 - la figure 3 représente schématiquement en vue de côté la source suivant les figures 1 et 2.

20 Aux figures, la source 1 de rayonnement suivant l'invention comporte une anode 2 et une cathode 3, toutes deux conductrices de l'électricité et séparées l'une de l'autre par un espace 4 de décharge électrique.

 L'anode 2 est par exemple formée par une pièce de forme générale cylindrique circulaire métallique d'axe longitudinal 5, tandis que la cathode 3 est par
25 exemple formée par une pièce métallique en forme de chapeau, comportant une partie centrale 6 en forme de pot cylindrique circulaire d'axe 5, dont le fond 7 est tourné vers l'espace 4 de décharge et dont la partie ouverte est raccordée à une partie annulaire 8 d'axe 5. L'anode et/ou la cathode sont en des matériaux conducteurs ayant un point de fusion élevé, par exemple en tungstène thorié, par
30 exemple à 3%.

 L'espace 4 de décharge est par exemple formé par un capillaire dirigé suivant l'axe 5 et délimité transversalement à l'axe 5 par un disque 9 électriquement isolant monté entre le fond 7 de la partie 6 et l'anode 2. L'anode 2 comporte en son centre un trou tronconique 10, par exemple de demi-angle au sommet égal à 25° ,

dont la petite base est raccordée à l'espace 4 de décharge et dont la grande base 11, éloignée de l'espace 4 de décharge et du disque 9, s'ouvre vers l'extérieur pour laisser passer le rayonnement émis par la décharge dans l'espace 4. Le fond 7 de la cathode 3 comporte également un trou tronconique 12, par exemple de demi-angle au sommet égal à 25° , dont la petite base est raccordée à l'espace 4 de décharge et dont la grande base est dirigée vers la partie annulaire 8. Les trous 10 et 12 peuvent également être cylindriques d'axe 5. Le disque 9 est par exemple en céramique et d'une épaisseur longitudinale de 0.1 à 40 mm et par exemple égale à 10 mm.

Un anneau 13 conducteur de l'électricité et d'axe 5 est fixé autour de la partie centrale 6, à distance de la partie annulaire 8, de manière électriquement isolante de la partie 6. Une pluralité de condensateurs 14 de stockage de charge est disposée autour de la partie centrale 6 en étant connecté par leur première borne électrique 15 à la partie annulaire 8 et par leur deuxième borne électrique 16 à l'anneau 13. En outre, l'anneau 13 est relié, sur une partie de son côté éloigné du côté de connexion aux bornes 16, à un conducteur 17 de connexion à une première borne électrique 18 d'un ou de plusieurs condensateurs 19 de commutation reliés par sa ou leur deuxième borne électrique 20 à un anneau 21 conducteur, par exemple en acier, au centre duquel est montée l'anode 2, l'anode 2 étant en contact électrique avec la face intérieure 22 de l'anneau 21 par l'intermédiaire d'une pièce 23 de contact.

Le circuit électrique pour créer des décharges dans l'espace 4 est par exemple du type Blumlein, ainsi que cela est connu.

Entre les bornes 18 et 20 de la capacité 19 de commutation sont prévus des moyens de commutation électrique non représentés pour les relier entre elles, ceux-ci comprenant par exemple un thyatron ou tout autre commutateur adéquat et étant par exemple pilotés par un générateur externe délivrant des impulsions de courant à des fréquences de répétition pouvant aller de 1 Hz à 10 kHz, notamment de 1 Hz à 5 kHz, et par exemple égale à 1 kHz.

Entre les bornes 18 et 20 du condensateur 19 de commutation est prévue, en parallèle avec les moyens de commutation, une source de tension, par exemple continue d'une valeur pouvant aller jusqu'à 30 kV ou pulsé suivant une fréquence comprise entre 0,1 et 1 kHz et par exemple égale à 1 kHz.

A la figure 2, six condensateurs 14 de stockage de charge sont représentés, chacun d'une valeur de 4 nF pouvant supporter 20 kV. Toutefois, un nombre quelconque de condensateurs 14 peut être prévu pour une capacité globale comprise entre quelques nF et quelques dizaines de nF, et par exemple un
5 seul condensateur 14.

Un anneau 24 de centrage électriquement isolant est monté entre l'anneau 21 et le disque 9 autour de l'anode 2. Devant et au centre de l'anneau 21 est montée une pièce cylindrique 25 d'axe 5, comportant une ouverture extérieure 26 laissant passer le rayonnement venant du trou 10.

10 Un conduit 30 d'introduction de gaz de décharge dans l'espace 4 de décharge est monté sur la cathode 3, à l'intérieur de sa partie centrale 6. Le conduit 30 d'introduction de gaz comporte une paroi longitudinale 31 délimitant un espace 32 cylindrique circulaire longitudinal de passage de gaz, qui aboutit d'une part de manière étanche au gaz au trou 12 et qui est obturé d'autre part de manière
15 étanche au gaz par un bouchon 33 fixé de manière étanche au gaz, par exemple vissé, à l'intérieur de la paroi 31.

Un anneau 34 électriquement isolant est monté contre la partie annulaire 8, et est traversé en son centre par le conduit 30 d'introduction de gaz. Les anneaux 21 et 34 sont fixés l'un à l'autre par l'intermédiaire de tiges 35
20 disposées autour des éléments mentionnés ci-dessus et électriquement isolantes, par exemple en PVC. Chaque tige 35 est fixée sur l'anneau 34 et l'anneau 21 par des vis 36, respectivement 37 de compression longitudinale. Les anneaux 21 et 34 sont comprimés longitudinalement l'un vers l'autre par les tiges 35 afin que les liaisons entre le conduit 30 d'introduction de gaz et la cathode 3, la cathode 3 et
25 l'espace 4 de décharge, l'espace 4 de décharge et l'anode 2 soient rendues étanches au gaz.

La paroi 31 du conduit 30 d'introduction de gaz comporte un trou traversant transversal 41, qui débouche d'une part dans l'espace 32 de passage de gaz et dans lequel est inséré d'autre part de manière étanche au gaz un raccord 42
30 d'un conduit 43 d'amenée de gaz de décharge.

Le conduit 43 d'amenée de gaz comporte une partie 44, éloignée du raccord 42 et reliée à un potentiel électrique fixe.

Le conduit 43 d'amenée de gaz est relié, en amont de ou en sa partie 44 à une source 50 de gaz de décharge, pour envoyer le gaz par le conduit 43, le

raccord 42, l'espace 32 de passage et le trou 12 dans l'espace 4 de décharge. Le
raccord 42 est conducteur de l'électricité et métallique. La charge préalable des
condensateurs 14 de stockage puis la commande adéquate des moyens de
commutation provoque l'apparition d'une décharge électrique dans le gaz présent
5 dans l'espace 4 de décharge et l'émission d'un rayonnement dans celui-ci vers le
trou 10 et l'ouverture 26. Le gaz est par exemple du xénon, de l'oxygène de l'azote,
de l'argon ou du krypton. Le gaz est par exemple choisi pour produire par
décharges un rayonnement ultraviolet extrême ayant une longueur d'onde comprise
entre 10 et 50 nm et par exemple de 13,5 nm.

10 Le conduit 43 d'amenée de gaz est tel qu'il définit, entre sa partie 44
reliée au potentiel fixe et sa partie 42 reliée au conduit 30 d'introduction de gaz une
impédance électrique faisant obstacle à la création de décharges électriques à
l'intérieur du conduit 30 d'introduction de gaz.

Par exemple, ce potentiel fixe est à la masse de même que l'anode,
15 tandis que la cathode est à un potentiel inférieur à celui de la masse, ce qui permet
avantageusement de prévoir un système de refroidissement par circulation de tout
fluide de refroidissement dans le corps de l'anode 2 ou sur le corps de celle-ci, que
le fluide de refroidissement soit conducteur de l'électricité ou non. A la figure 1, le
système de refroidissement de l'anode 2 comprend un évidement 45 dans le corps
20 de celle-ci, dans lequel circule le fluide de refroidissement. L'invention offre ainsi la
possibilité d'utiliser un fluide de refroidissement bon caloporteur, tel que l'eau, qui
conduit l'électricité et qui est bon marché. Le fluide de refroidissement peut être ou
comprendre de l'eau, de l'air ou de l'huile.

L'impédance formée par le conduit 43 d'amenée de gaz entre sa partie
25 42 et sa partie 44 comprend par exemple une inductance électrique, formée par
l'enroulement du conduit 43 partiellement ou entièrement en matériau conducteur
de l'électricité entre ses parties 42 et 44. Cet enroulement est par exemple formé
par un peu plus d'un tour du conduit 43 à partir de la partie 42 vers la partie 44
autour du conduit 30. Le conduit 43 se trouve à distance de l'anneau 34 et des
30 autres parties de la source 1, et est entouré transversalement et à distance par les
tiges 35 et les vis 36. La disposition du conduit 43 d'amenée de gaz à distance et
contre l'anneau 34 permet de diminuer son encombrement.

L'enroulement du conduit 43 d'amenée de gaz peut être en spirale ou en
bobine ou, ainsi que représenté à la figure 3, avoir sa partie intérieure 45 et

radialement proche du conduit 30 d'introduction de gaz plus proche longitudinalement de l'anneau 34 que ne l'est sa partie radialement extérieure 46 et éloignée du conduit 30.

5 Ainsi l'inductance électrique formée par le conduit 43 d'amenée de gaz a-t-elle une valeur permettant d'annihiler les décharges électriques dans le conduit 30 d'introduction de gaz. Le conduit 43 d'amenée de gaz permet à la fois d'empêcher les décharges électriques d'apparaître dans le conduit 30 d'introduction de gaz et d'alimenter en gaz ce dernier, en faisant l'économie de composants électriques supplémentaires.

10 Ainsi, l'énergie électrique alimentant les condensateurs 14 de stockage pour les charger n'est-elle plus gaspillée en décharges électriques parasites dans le conduit 30 d'introduction de gaz, augmentant ainsi le rendement énergétique d'émission de rayonnement de la source, à alimentation électrique égale.

15 En outre, ce rendement est encore augmenté en ne chargeant les condensateurs 14 de stockage qu'immédiatement ou peu avant chaque commutation des moyens de commutation. Cette commutation peut être effectuée en mode mono-coup ou en mode pulsé jusqu'à 10 kHz.

REVENDICATIONS

1. Source de rayonnement, comportant :

- une anode (2),
- une cathode (3, 8),
- 5 - un espace (4) de décharge électrique entre l'anode (2) et la cathode (3),
- un conduit (30) d'introduction de gaz dans l'espace (4) de décharge, le conduit (30) d'introduction de gaz étant relié électriquement à l'anode (2) ou à la cathode (3, 8),

- 10 - des moyens (13 à 23) pour créer dans le gaz présent dans l'espace (4) de décharge une décharge électrique provoquant l'émission du rayonnement vers l'extérieur,

caractérisée en ce que le conduit (30) d'introduction de gaz est alimenté en gaz par un conduit (43) d'amenée de gaz, agencé pour former entre
15 sa partie (42) reliée au conduit (30) d'introduction de gaz et une autre (44) de ses parties, reliée à un potentiel fixe, une impédance électrique telle qu'elle fait obstacle à la création de décharges électriques à l'intérieur du conduit (30) d'introduction de gaz.

2. Source de rayonnement suivant la revendication 1, caractérisée
20 en ce que le potentiel fixe et l'anode (2) sont à la masse et le conduit (30) d'introduction de gaz est relié électriquement à la cathode (3, 8).

3. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'elle comporte en outre un système (45) de refroidissement de l'anode (2).

25 4. Source de rayonnement suivant les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le système (45) de refroidissement est à circulation de fluide de refroidissement dans ou sur l'anode (2).

5. Source de rayonnement suivant la revendication 4, caractérisée en ce que le fluide de refroidissement comprend de l'eau.

30 6. Source de rayonnement suivant la revendication 4, caractérisée en ce que le fluide de refroidissement comprend de l'air.

7. Source de rayonnement suivant la revendication 4, caractérisée en ce que le fluide de refroidissement comprend de l'huile.

8. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'impédance électrique formée par le conduit (43) d'amenée de gaz comprend une inductance électrique.

5 9. Source de rayonnement suivant la revendication 8, caractérisée en ce qu'entre sa partie (44) reliée au potentiel fixe et sa partie (42) reliée au conduit (30) d'introduction de gaz, le conduit (43) d'amenée de gaz comprend un matériau conducteur de l'électricité et est enroulé pour former ladite inductance.

10 10. Source de rayonnement suivant la revendication 9, caractérisée en ce que le conduit (43) d'amenée de gaz est enroulé contre et à distance d'une pièce (34) électriquement isolante d'assemblage de la source.

11. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens (13 à 23) de création de décharge dans l'espace (4) de décharge comportent au moins un condensateur (14) de stockage de charge relié électriquement par une première
15 borne (15) à la cathode (3, 8) et par une deuxième borne (16) à une première borne (17) d'au moins un condensateur (19) de commutation relié électriquement par sa deuxième borne (20) à l'anode (2), des moyens de commutation électrique étant prévus entre les première et deuxième bornes (18, 20) du au moins un
20 condensateur (19) de commutation et une source de tension de charge étant prévue entre les première et deuxième bornes (18, 20) du au moins un condensateur (19) de commutation.

12. Source de rayonnement suivant la revendication 11, caractérisée en ce que les moyens de commutation comprennent un interrupteur piloté en mode mono-coup.

25 13. Source de rayonnement suivant la revendication 11, caractérisée en ce que les moyens de commutation comportent un interrupteur piloté en mode pulsé à une fréquence de répétition inférieure ou égale à 10 kHz.

14. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications 11 à 13, caractérisée en ce que la source de tension de charge et
30 les moyens de commutation sont tels que le au moins un condensateur (14) de stockage de charge est chargé par la source de tension de charge peu avant la commutation des moyens de commutation.

15. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce qu'une pluralité de condensateurs (14)

de stockage de charge sont prévus, la cathode (3, 8) comporte une partie annulaire (8) connectée à une partie centrale (6) reliée à l'espace (4) de décharge, et les condensateurs (14) de stockage de charge sont répartis autour de la partie centrale (6) en étant reliés par leur première borne (15) à la partie annulaire (8) et par leur deuxième borne (16) à un anneau (13) conducteur connecté électriquement à la première borne (18) du au moins un condensateur (19) de commutation.

16. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'anode (2) comporte un trou (10) tronconique de passage du rayonnement émis dans l'espace (4) de décharge, le trou étant raccordé par sa petite base à l'espace (4) de décharge et par sa grande base vers l'extérieur pour le passage vers l'extérieur du rayonnement émis dans l'espace (4) de décharge.

17. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que l'anode (2) comporte un trou central cylindrique de passage du rayonnement émis dans l'espace (4) de décharge, le trou étant raccordé à l'espace (4) de décharge pour le passage vers l'extérieur du rayonnement émis dans l'espace (4) de décharge.

18. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la cathode (3, 8) comporte un trou central (12) tronconique de passage de gaz, dont la petite base est raccordée à l'espace (4) de décharge et dont la grande base est raccordée au conduit (30) d'introduction de gaz.

19. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisée en ce que la cathode (3, 8) comporte un trou central cylindrique de passage de gaz, raccordé d'une part à l'espace (4) de décharge et d'autre part au conduit (30) d'introduction de gaz.

1/3

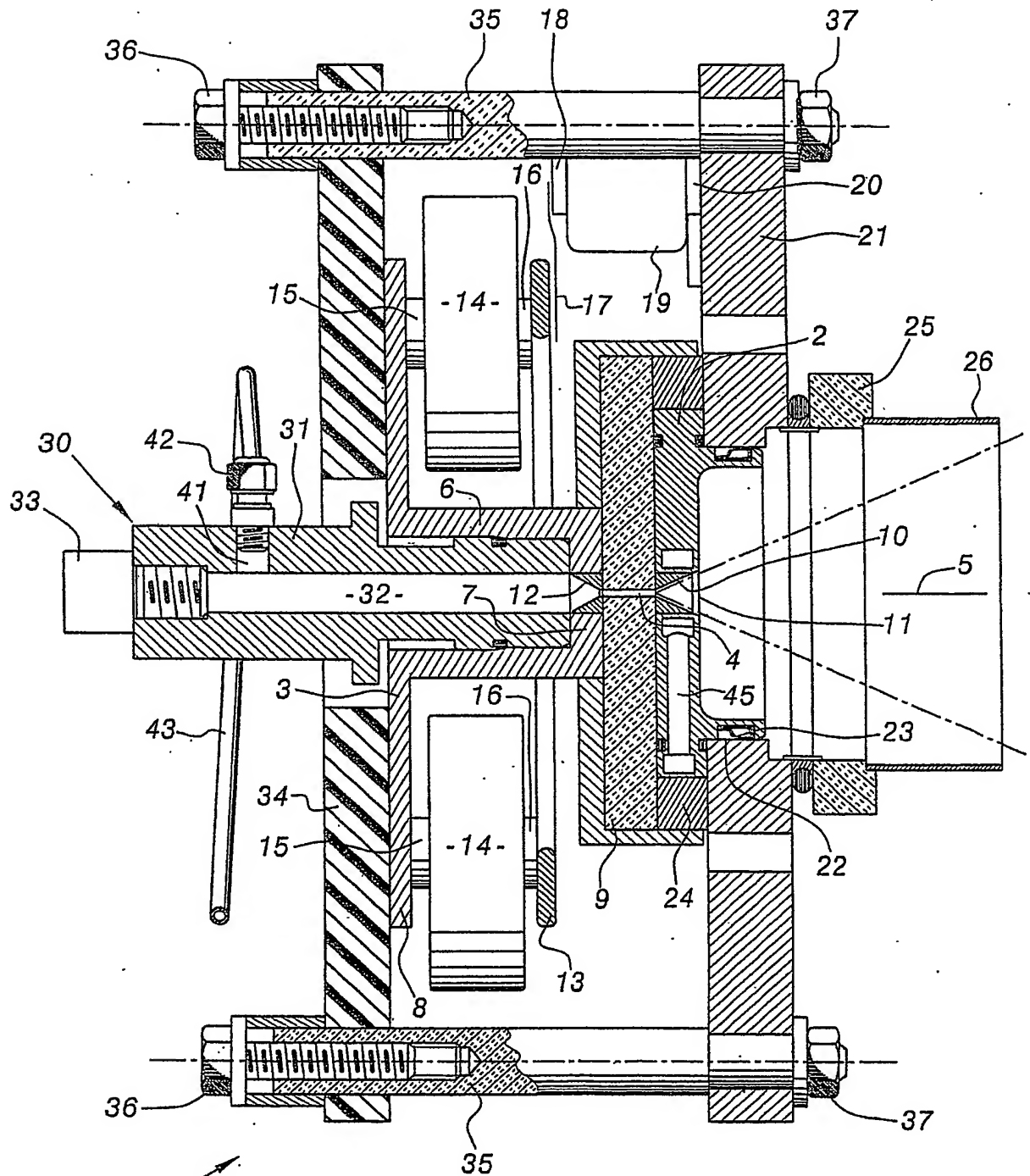


FIG. 1

BEST AVAILABLE COPY

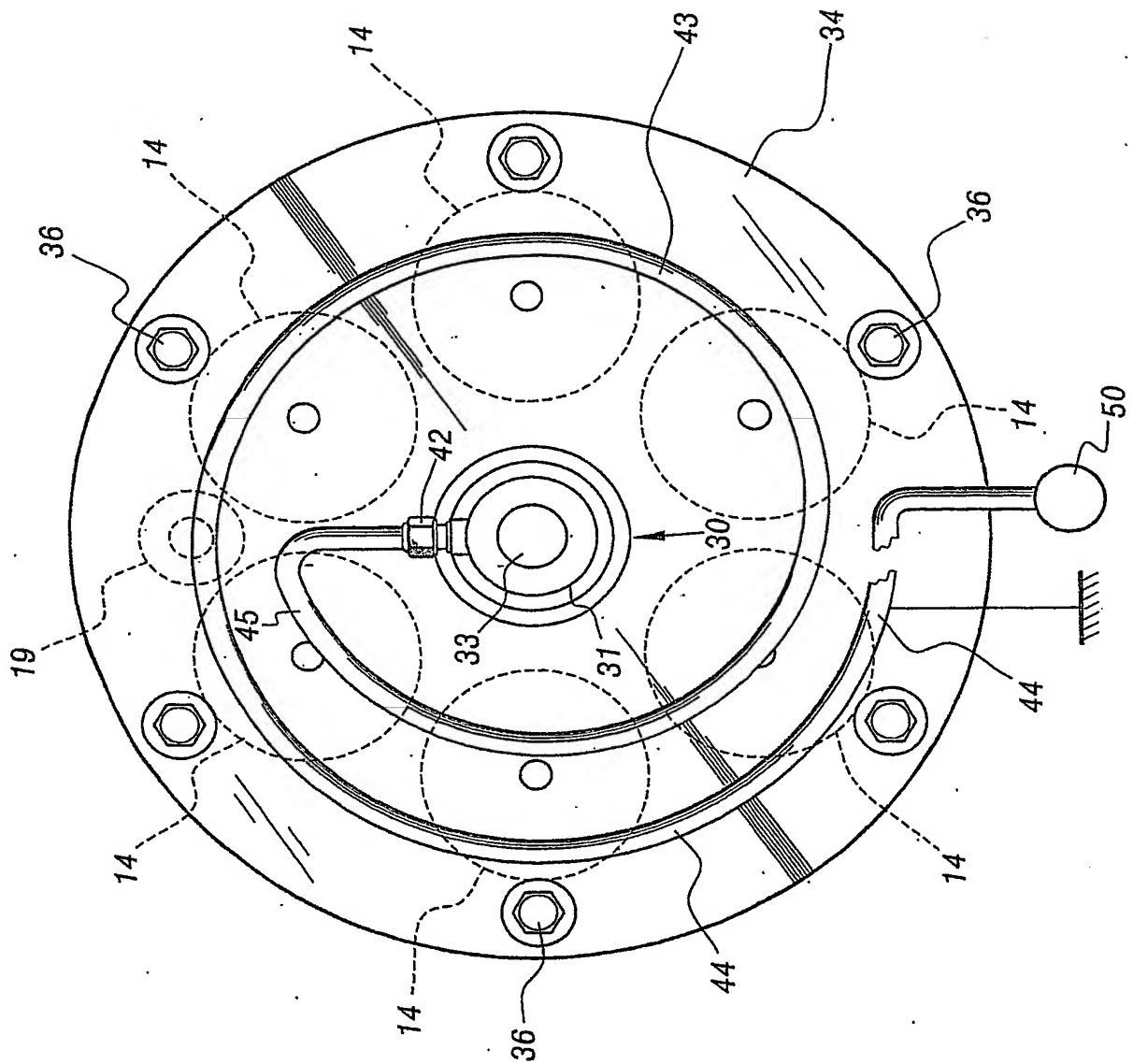


FIG. 2

3 / 3

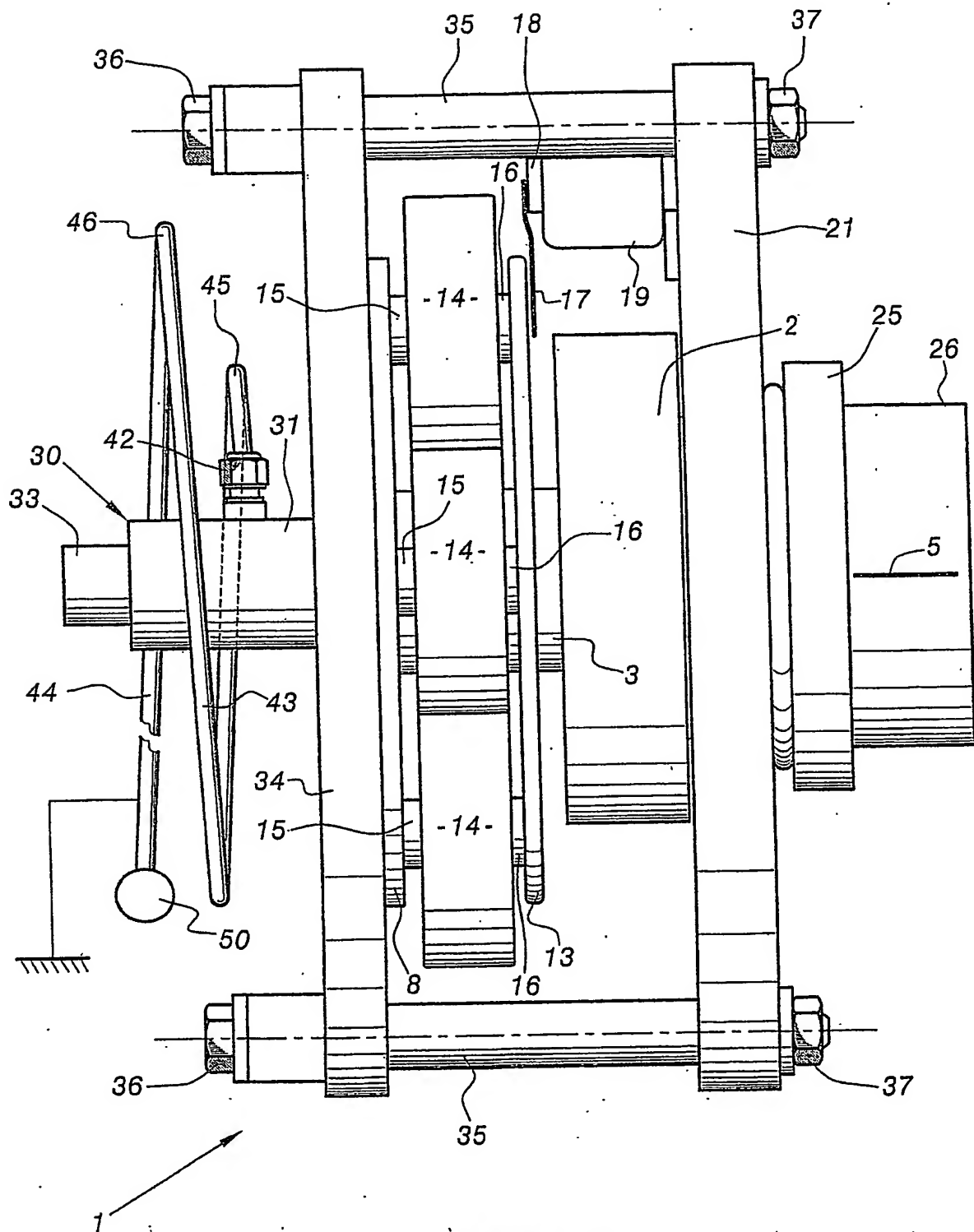


FIG.3

BEST AVAILABLE COPY